

变频器在注塑机调速系统中的节能分析及应用

俞鸿斌

(金华职业技术学院机电工程学院, 金华 321017)

摘要 运用变频器对注塑机进行节能改造设计, 采用比例流量、比例压力信号动态控制变频器的输出频率, 从而控制油泵电机的转速, 实现变压节能。设计了变频器外部接口电路, 进行了变频器参数设定和机电联调。经改造的注塑机系统的精度和稳定性极大提高, 操作方便, 节能效果明显, 产生了显著的经济效益和社会效益。

关键词 注塑机 变频器 节能改造

近几年塑料行业发展越来越迅速, 注塑行业也迎来一个飞速发展的机遇, 注塑机是塑料注射成型的关键设备, 注塑机的工作性质为大幅度变载设备, 其大部分时间处在低负载工作状态, 电机使用效率低, 造成电能的浪费, 增加企业的成本。能否有效减少电能损耗受到各注塑机生产厂家和用户关注。随着变频调速技术的推广, 变频调速在传动控制和节能领域已日渐得到广泛应用, 尤其在泵类负载场合采用变频控制节能效果显著。因此, 我们针对这一具体情况, 对宁波某厂使用的 15 kW 注塑机进行了节能改造, 不仅节能效果良好, 而且改造后的注塑机生产工艺水平也有较大的提高。

1 注塑机工艺状况

注塑机注射成型过程如图 1 所示。大致可分为 7 个工序过程: 合模、锁模、注射装置前移、注射与保压、制品冷却与预塑化、注射装置后退、开模和制件顶出, 其中注射装置是否退回需根据塑料加工工艺确定, 有的在预塑化后退回, 有的在预塑化前退回, 有的根本不退回^[1]。每一动作的完成都有时间、压力、速度、位置等几个参数的精妙配合, 这些主要靠注塑机的动力系统来提供保证。

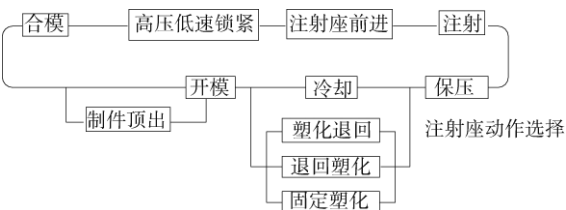


图 1 注塑机工作过程循环框图

2 传统注塑机存在的问题

我国自行研制生产的注塑机 90% 以上是采用液压传动和高压节流控制方式。事实上注塑机采用高压节流控制模式存在很大的能量浪费, 注塑机在实际工作过程中, 其液压执行组件所需的流量并不是一成不变的, 而是在一个工作周期内时大时小, 有

时几乎为零。当工作所需流量较小时, 油泵的供油量远远大于执行组件所需的油量, 富余的处于高压状态的液压油全部经溢流阀流回油箱, 一方面消耗大量的动力; 另一方面液压油与管道摩擦产生大量的热量, 导致液压油温升高, 为降低油温, 往往还需要增加冷却循环水, 进一步浪费能源^[2]。

同时, 电机在低负载状态下工作时, 由于功率因数低, 电网的无功损耗也大。在注塑机的定量泵液压系统中, 由主机带动定量泵以恒压转速给系统提供额定流量及压力, 而整个注塑过程的负载是处于频繁而有规律的变化状态, 如快、慢速, 高、低压锁模, 一、二、三级射胶, 一、二、三级保压, 抽胶、熔胶、冷却、快慢开模等。多余的液压油通常是由工控机给双比例阀相应的信号, 通过溢流阀流回油箱, 即通过高压节流来调节注塑机的工作速度和压力, 这部分能量损失很大, 可达 30% ~ 40%。

此外传统注塑机本身还存在如下缺点:

(1) 注塑机存在十分剧烈的动作突变过程: 如锁模过程中, 快速锁模 慢速低压护模 高压高速锁模的工况突变就很剧烈; 又如注射过程中, 慢速注射 快速 慢速 快速 慢速的射胶过程工况变化也很剧烈, 对机械的冲击很大, 影响了注塑机的寿命。

(2) 执行动作的油缸本身有油封破损、内泄现象, 执行动作的可靠性和稳定性不高。这是由于在多数时间内, 负载的实际耗油量均小于油泵的供油量, 造成高压状态下的液压油经溢流阀、比例阀等液压元件溢出。该溢流部分产生的热量造成液压油发热。

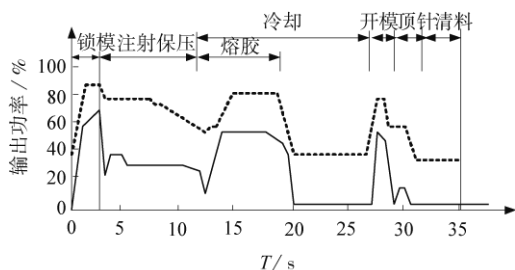
(3) 油路制动动作达不到设计的精度。油路制动的开闭取决于电磁阀, 而电磁阀的动作又取决于

过程控制器提供的电压和电流,因大多数注塑机都没有死循环控制,电磁阀的开闭精度就会大打折扣,尤其是电磁阀开闭在10%以下和90%以上时,动作的精度极差。

3 注塑机节能的原理及可行性分析

3.1 节能改造理论分析

图2示出注塑机工频及变频运行的主油泵输出功率曲线。由图2可以看出,在不同时间段,它的主油泵输出功率是变化的,而且起伏较大,这就存在节能的可能性。



虚线—工频运行；实线—变频运行

图2 注塑机工频及变频运行的主油泵输出功率曲线

如果忽略由机械能转换到液压能过程中的能量损失,则可近似认为油泵的输出功率等于输出压力与流量的乘积。由此可以看出,当系统要求低流量时,系统需要的功率其实是非常低的。但由于电机始终运行在工频50 Hz状态,并不能根据实际的需求来降低其转速,从而减小流量,因此多余的液压油只能通过溢流阀流回油箱,造成能源的浪费,未使用变频器时,主泵的电动机始终恒速运行,是极不经济的运行方式。

3.2 注塑机采用变频改造的可行性

注射成型过程中的锁模、射胶、充填、熔胶、冷却、开模等阶段对压力的要求各不相同,开模阶段只需保证较小的压力即可,但熔胶、冷却阶段却需要较大的压力,以保证产品质量及生产率。根据注塑机的工作原理,可知电机转速越高,注塑压力也就越大,所以通过变频器对注塑机电机进行调速实现变压节能是完全可行的。

变频改造后,变频器可根据注塑机油泵负载周期性变化的特性,实时跟踪采集注塑机的压力信号或流量信号,根据实际需要不断地调整电机的转速来改变油泵的供油量,使电机在整个负载变化的范围内功率消耗达到最低值,没有多余的能量损失,因此,采用变频控制来替代阀门调节是实现节电的有效途径。

但要注意的是,采用比例流量控制的注塑机才

可进行变频节能改造;采用变量泵的注塑机不必进行变频节能改造,因为变量泵本身已带有一定的节能效果,增加变频器体现不出它的优势。另外有些继电器控制的注塑机是采用手动调节流量阀控制速度的,进行变频节能改造的效果也不理想。

4 注塑机节能改造技术方案

4.1 变频改造方案

宁波某厂使用的15 kW注塑机改造前液压部分是采用回流调节法,无论系统处于流量控制还是压力控制状态,油泵的输出流量都不会改变,仅通过改变比例阀的阀门开度来调整压力和速度,多余液压油通过阀门旁路循环回流,浪费了能量,造成油泵的升温很大,容易损坏液压部分的阀门及其密封件。

鉴于注塑机负载变化快、短时过载力强的特点,选用矢量控制变频器,当改变电源频率便可改变电机转速,因而注塑机采用了比例流量阀及比例压力阀的控制信号同步控制油泵马达的变频器,以动态控制变频器的输出频率,从而控制油泵电机的转速。将原定量泵恒定供油改造为变量供油,油泵电机的转速与注塑机工作所需的压力、流量成正比,从而使溢流阀的回流量降到最小,无高压溢流能量损失,液压系统输出功率与注塑机生产所需功率相匹配,达到节能目的。方案原理图见图3。

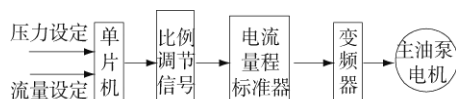


图3 变频控制流程图

主回路主油泵电机采用注塑机专用CVF-ZS-4T 0220变频器,在改造时仍保留注塑机原有工频控制电路,即主电路采用变频、工频互锁互换的双回路控制方式,以确保不间断的工作。注塑机变频器柜自动对系统进行监控及报警,方便现场人员快速检修。图4示出变频改造示意图。

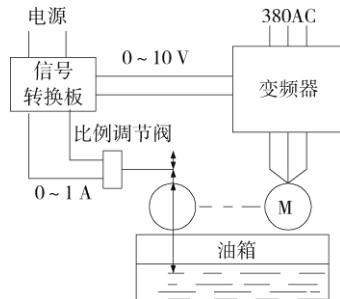


图4 变频改造示意图

4.2 变频控制柜电路图

注塑机变频改造技术方案是:由三相断路器、接

即可收回成本。

应用变频器技术改造后的注塑机工作正常,平均节电率达48%,深受用户欢迎,经长达半年之久的应用对比,该厂已确定对另6台注塑机也使用变频器进行技术改造。这充分说明应用变频器对注塑机实行节能技术改造的方案是正确有效的。

6 结论

采用变频控制改造后的注塑机运行稳定,提高了整个注塑系统的精度,减少了巨大的机械冲击,油

压系统更稳定准确,降低了液压油温,延长了系统使用寿命,操作方便,转换灵活,用户可任意进行工频、变频切换。节能效果明显,为用户带来可观的经济效益,值得推广和应用。

参 考 文 献

[1] 王华山. 塑料注塑生产技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
[2] 路甬祥. 液气压动技术手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.

ENERGY-SAVING ANALYSIS AND APPLICATION OF FREQUENCY INVERTER IN SPEED REGULATION FOR INJECTION MOULDING SYSTEM

Yu Hongbin

(Jinhua College of Profession & Technology, Jinhua 321017, China)

ABSTRACT The energy-saving reform of injection moulding system was accomplished using frequency inverter. The output frequency of the inverter was designed to be controlled dynamically by adopting the rate of flow amount and the pressure scales. Accordingly, the rotate speed of oil pump electric machine was controlled. Owing to changing directly with pressure and flow of the injection moulding system, energy-saving was achieved by transformation. Inverter external interface circuit was designed and the parameters of the inverter was set. The precision and the stability of the reformed injection moulding system was enhanced, and the system had significant energy-saving effect.

KEYWORDS injection moulding machine, frequency inverter, energy-saving reform

2007 年塑料橡胶行业展览会(部分)一览表

举办时间	展会名称	展会地点
2007 年 7 月 16 日 - 19 日	第十四届华南国际塑胶展(华南大型机械展)	广州国际会议展览中心
2007 年 8 月 1 日 - 4 日	第三届印度尼西亚国际塑料及包装展览会	印尼雅加达
2007 年 8 月 2 日 - 4 日	2007 中国国际化工科技博览会	中国国际展览中心
2007 年 8 月 9 日 - 12 日	2007 第九届中国青岛国际塑料橡胶工业展览会	青岛国际会展中心
2007 年 8 月 23 日 - 26 日	第四届华东(苏州)国际橡塑胶及包装技术设备展览会	苏州国际博览中心
2007 年 9 月 3 日 - 5 日	2007 年亚洲国际复合材料及制品展览会暨 2007 年亚洲增强塑料论坛	香港·亚洲国际博览馆
2007 年 9 月 5 日 - 8 日	第四届苏州连系工业展	苏州国际博览中心
2007 年 9 月 12 日 - 14 日	第 13 届中国国际复合材料工业技术展览会	北京·全国农业展览馆
2007 年 9 月 22 日 - 24 日	2007 第七届中国塑料交易会	台州路桥国际会展中心
2007 年 10 月 11 日 - 13 日	2007 上海国际化工新材料、新技术展览会	上海光大会展中心
2007 年 10 月 13 日 - 17 日	2007 第四届中国国际(北京)玻璃工业新技术产品及设备展览会	北京·中国国际展览中心
2007 年 10 月 24 日 - 31 日	2007 第十七届德国杜塞尔多夫国际塑料及橡胶展(K 展)	德国杜塞尔多夫国际展览馆
2007 年 10 月 29 日 - 11 月 1 日	第五届华东国际模具和成形技术及设备展览会	青岛国际会展中心
2007 年 11 月 6 日 - 9 日	2007 第九届余姚塑料博览会	余姚中塑国际会展中心
2007 年 11 月 7 日 - 10 日	第九届东莞国际橡胶胶及包装展	广东现代国际展览中心
2007 年 11 月 29 日 - 12 月 2 日	第十届亚太国际塑料橡胶工业展览会	上海新国际博览中心
2007 年 11 月 29 日 - 12 月 2 日	第五届中国国际工程塑料工业展览会	上海新国际博览中心
2007 年 11 月 29 日 - 12 月 2 日	2007 中国国际新型阻燃剂和阻燃材料工业展览会	上海新国际博览中心
2007 年 11 月 29 日 - 12 月 2 日	第三届中国国际氟硅材料工业展览会	上海新国际博览中心